22387 U.S. PTO 10/757372 011404

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-312295
(43)Dat of publication of application : 02.12.1997

(51)Int.Cl. H01L 21/321
G01R 1/06

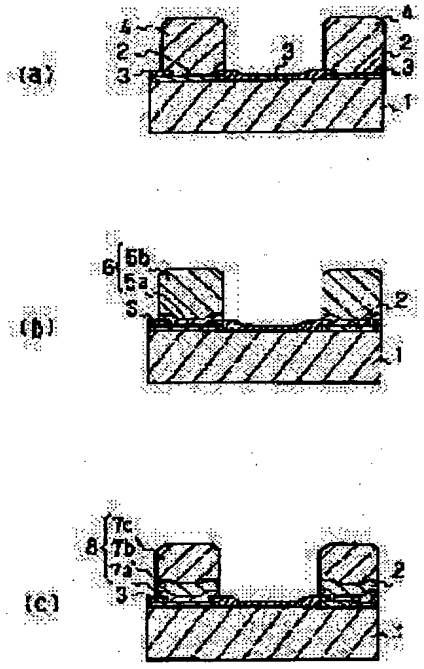
(21)Application number : 09-060987
(22)Date of filing : 14.03.1997

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD
(72)Inventor : MITANI TSUTOMU
YAMAGUCHI KAZUFUMI
ASABE MITSUO

(30)Priority
Priority number : 08 64237 Priority date : 21.03.1996 Priority country : JP

(54) BUMP FORMING BODY AND FORMING METHOD OF BUMP

(57)Abstract:
PROBLEM TO BE SOLVED: To reduce electric resistance, mostly prevent generation of gas after mounting, and improve reliability, by constituting a bump of at least one layer of a metal sprayed thick film.
SOLUTION: A base layer 5a constituted of an aluminum sprayed thick film is formed on a pad electrode 2, in the state that the peripheral part of a passivation film 3 is covered. A surface layer 5b constituted of a copper sprayed thick film is formed on the base layer 5b, and a bump 6 of two-layered structure is formed. Since the purity of the bump 6 constituted of the metal sprayed thick film is high, electric resistance of the bump itself is small, and gas is hardly generated from the bump after mounting, so that reliability is improved. As a result, a bump forming body excellent in electric characteristics and connection reliability wherein an interlayer insulating film, an active layer, multilayered wiring can be arranged can be obtained.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 24.01.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than th examiner's decision of rejection or application conv rted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁（ＪＰ）　(12)公開特許公報（A）　(11)特許出願公開番号

特開平9－312295

(43)公開日　平成９年(1997)12月２日

(51)Int.Cl.[6]	識別記号	庁内整理番号	ＦＩ		技術表示箇所
Ｈ０１Ｌ　21/321			Ｈ０１Ｌ　21/92	６０２Ｄ	
Ｇ０１Ｒ　1/06			Ｇ０１Ｒ　1/06	Ｂ	
			Ｈ０１Ｌ　21/92	６０３Ｄ	
				６０４Ｄ	

審査請求　未請求　請求項の数18　ＯＬ　（全 10 頁）

(21)出願番号　特願平9－60987

(22)出願日　平成９年(1997)３月14日

(31)優先権主張番号　特願平8－64237

(32)優先日　平８(1996)３月21日

(33)優先権主張国　日本（ＪＰ）

(71)出願人　000005821
松下電器産業株式会社
大阪府門真市大字門真1006番地

(72)発明者　三谷　力
大阪府門真市大字門真1006番地　松下電器産業株式会社内

(72)発明者　山口　和文
大阪府門真市大字門真1006番地　松下電器産業株式会社内

(72)発明者　浅辺　光男
大阪府門真市大字門真1006番地　松下電器産業株式会社内

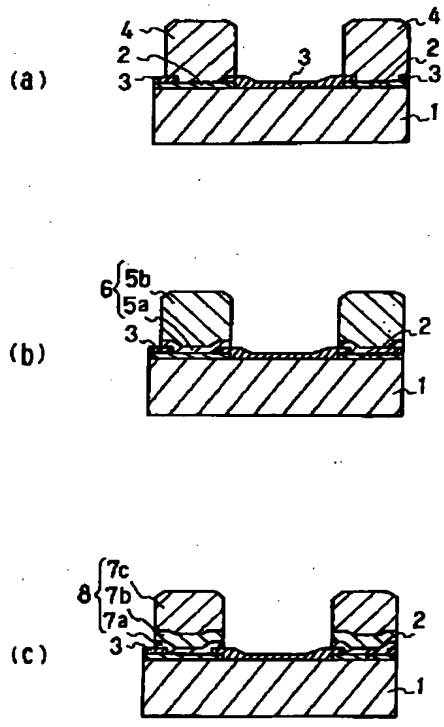
(74)代理人　弁理士　池内　寛幸　（外２名）

(54)【発明の名称】　バンプ形成体及びバンプの形成方法

(57)【要約】

【課題】　電気的特性、接続信頼性に優れ、かつパッド電極の下にも層間絶縁層、アクティブ層、多層配線などを配置することが可能なバンプ形成体及びその形成方法を提供する。

【解決手段】　各パッド電極２の上に、パッシベーション膜３の周縁部をも覆った状態で膜厚約２０μｍのアルミニウム溶射厚膜からなる下地層５ａを形成する。下地層５ａの上に、膜厚約３０μｍの銅溶射厚膜からなる表面層５ｂを形成する。これにより、２層構造のバンプ６を構成する。



1

【特許請求の範囲】

【請求項１】　基板に設けられた電極の上に導電性材料からなるバンプが形成されたバンプ形成体であって、バンプが少なくとも一層の金属溶射厚膜からなることを特徴とするバンプ形成体。

【請求項２】　バンプが、電極の上に形成された下地層と、前記下地層の上に形成された表面層とからなり、前記下地層の材料がアルミニウム、アルミニウムを含有する金属、亜鉛及び亜鉛を含有する金属からなる群から選ばれる１つである請求項１に記載のバンプ形成体。

【請求項３】　表面層の材料が銅又は銅を含有する金属である請求項２に記載のバンプ形成体。

【請求項４】　バンプが、電極の上に形成された下地層と、前記下地層の上に形成された中間層と、前記中間層の上に形成された表面層とからなり、前記下地層の材料がアルミニウム、アルミニウムを含有する金属、亜鉛及び亜鉛を含有する金属からなる群から選ばれる１つである請求項１に記載のバンプ形成体。

【請求項５】　中間層の材料が銅又は銅を含有する金属である請求項４に記載のバンプ形成体。

【請求項６】　表面層の材料がハンダである請求項４に記載のバンプ形成体。

【請求項７】　電極の上に形成され、かつ開口部を有するレジスト膜がさらに備わり、前記開口部内に、前記レジスト膜の上面から突出した状態で金属溶射厚膜からなるバンプが形成された請求項１に記載のバンプ形成体。

【請求項８】　レジスト膜の材料が耐熱性樹脂及び難燃性樹脂からなる群から選ばれる１つである請求項７に記載のバンプ形成体。

【請求項９】　バンプが、液状物質を吸収可能な空隙を含む導電性材料からなり、少なくとも前記空隙に防湿性物質が充填されている請求項１に記載のバンプ形成体。

【請求項１０】　バンプの側面が防湿性物質で被覆されている請求項９に記載のバンプ形成体。

【請求項１１】　防湿性物質がエポキシ系樹脂、シリカ系樹脂、アクリル系樹脂及びフッ素系樹脂からなる群から選ばれる１つである請求項９又は１０に記載のバンプ形成体。

【請求項１２】　バンプが２段突起状に成形されている請求項１に記載のバンプ形成体。

【請求項１３】　基板に設けられた電極の上に導電性材料の粒子を堆積させてバンプを形成するバンプの形成方法であって、前記導電性材料の粒子を前記電極の上に堆積させる際に、前記導電性材料の粒子が前記電極の表面酸化層の少なくとも一部を除去するか、又は前記導電性材料の粒子が前記電極の表面酸化層を貫通するようにしたことを特徴とするバンプの形成方法。

【請求項１４】　導電性材料の粒子を溶射法によって電極の上に堆積させる請求項１３に記載のバンプの形成方法。

2

【請求項１５】　溶射法がプラズマ溶射法である請求項１４に記載のバンプの形成方法。

【請求項１６】　少なくとも導電性材料の粒子が衝突する領域が不活性雰囲気又は還元性雰囲気である請求項１５に記載のバンプの形成方法。

【請求項１７】　バンプの少なくとも上層の導電性材料として超塑性金属材料を用い、前記超塑性金属材料を堆積した後、基板を前記超塑性金属材料の超塑性温度以上に加熱し、所望の形状を有する凹版型を前記バンプの上から押圧することにより、前記バンプを所望の形状に成形する請求項１３に記載のバンプの形成方法。

【請求項１８】　超塑性金属材料が亜鉛－アルミニウム共析合金、ビスマス－錫共析合金、マグネシウム－アルミニウム共析合金及び鉛－錫共析合金からなる群から選ばれる１つである請求項１７に記載のバンプの形成方法。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体チップや半導体ウエハ上の電極、回路基板上の電極、各種電子部品の電極の上にバンプが形成されたバンプ形成体及びバンプの形成方法に関する。

【０００２】

【従来の技術】電子機器、システムの小型・軽量化、高性能化を実現するには、半導体集積回路の高密度実装が不可欠となっている。各種の高密度実装技術の中で、裸の半導体チップ（ベアチップ）をキャリア基板や回路基板上に実装するチップサイズパッケージ（ＣＳＰ）及びマルチチップモジュール（ＭＣＭ）が開発され、実用に供されている。これらベアチップ実装技術においては、ベアチップをバンプを介して基板電極上に接続する『フリップチップ接続技術』のさらなるレベルアップと低コスト化が重要な課題となっている。

【０００３】フリップチップ接続技術とは、ベアチップを裏向けにし、バンプを介して回路基板上に実装する技術であり、接続領域がチップ領域内に収まるため、高密度実装に適した優れた方法である。フリップチップ接続技術において重要な役割を果たすバンプについては、各種の材料、構造、形成方法などが検討され、一部が実用化されつつある。バンプの形成方法には、大きく分けて２つの方法がある。以下、これらの方法について説明する。

【０００４】第１の方法は、半導体ウエハ上に形成された各チップのパッド電極上にバリアメタル層を堆積した後、さらに厚み１０～５０μｍのハンダ層を形成するようにした『ハンダバンプ法』である。この場合、ハンダ層は、真空蒸着法（例えば、特公昭６３－４９３９号公報参照）、電解メッキ法（例えば、特開昭６３－６８６０号公報参照）、又はハンダボール法（例えば、特開昭６４－２２０４９号公報参照）等によって形成される。

【０００５】第２の方法は、パッド電極に例えばワイヤボンディング装置と金線とを用いてボールボンディングを行い、パッド電極上に高さ約５０μｍの金ボールを形成するようにした『ボールボンディング法』である。この方法は、上記第１の方法（ハンダバンプ法）におけるバリアメタル層が不要となるため、通常の半導体チップにもバンプを形成することができるという特徴を有している。

【０００６】

【発明が解決しようとする課題】しかし、ハンダバンプ法を用いてバンプを形成する場合には、バリアメタル層を形成する必要があり、このバリアメタル層は、真空蒸着法又はスパッタ法によってチタン、ニッケル、クロム等の薄膜を積層して形成するものであるため、コストアップ、形成の長時間化の一因となっていた。また、バンプとしてのハンダ層は数１０μｍ以上の膜厚を必要とするが、これを真空蒸着法によって形成する場合には、その堆積に長時間かかり、工程コストの面で問題があった。また、電解メッキ法によってハンダ層を形成する場合には、電界分布に応じてメッキ膜の厚みが変動すること、メッキに長時間を要すること、予め全パッド電極を電気的に接続しておくための共通電極が必要であること等の問題があった。また、ハンダボール法によってハンダ層を形成する場合には、粒径の揃ったハンダボールが必要であること、ハンダボールを全パッド電極上に漏れなく配置する必要があること等の問題があった。

【０００７】一方、ボールボンディング法は、パッド電極ごとにボンディングするものであるため、形成速度は高速ボンダの場合でも毎秒６～８パッド程度である。このため、パッド電極の数を多くすると、それだけバンプ形成に長時間かかり、工程コストが膨大となる。従って、ボールボンディング法は、大量生産には適していない。また、ボールボンディング法を用いてバンプを形成する場合には、ボンディング時の衝撃によって層間絶縁層、アクティブ層、多層配線などが破壊される可能性が高い。このため、パッド電極の下に前記各層を配置することはできず、チップの高集積化を図ることは困難である。

【０００８】本発明は、従来技術における前記課題を解決するためになされたものであり、電気的特性、接続信頼性に優れ、かつパッド電極の下にも層間絶縁層、アクティブ層、多層配線などを配置することが可能なバンプ形成体及びバンプの形成方法を提供することを目的とする。

【０００９】

【課題を解決するための手段】前記目的を達成するため、本発明に係るバンプ形成体の構成は、基板に設けられた電極の上に導電性材料からなるバンプが形成されたバンプ形成体であって、バンプが少なくとも一層の金属溶射厚膜からなることを特徴とする。このバンプ形成体の構成によれば、次のような作用効果を奏することができる。すなわち、金属溶射厚膜からなるバンプは、印刷法によって形成されるバンプのように有機バインダ成分を含まず、高純度であるため、バンプ自体の電気抵抗も小さく、また、実装後にバンプからガスが発生することも殆どなく、信頼性の高いものとなる。また、金属溶射厚膜には気孔又は間隙が内在するため、バルクに比べて応力を吸収し易い。従って、例えば、バンプが形成された半導体チップと回路基板との熱膨張の差に起因してバンプに作用する応力を低減することができ、接続の信頼性を向上させることができる。また、このように金属溶射厚膜には気孔又は間隙が内在するため、例えばハンダ、導電性ペーストなどの接続材料が気孔又は間隙を通ってバンプの内部にしみ込み易くなる。その結果、バンプと接続材料との接触面積が増加するので、接触抵抗を小さくすることができる。また、金属溶射厚膜からなるバンプは、ボールボンディング法によって形成されるバンプと違って層間絶縁層、アクティブ層、多層配線などを破壊する虞れはないので、電極の下に前記各層を配置することが可能となる。その結果、高集積化が図ることができる。

【００１０】また、前記本発明のバンプ形成体の構成においては、バンプが、電極の上に形成された下地層と、前記下地層の上に形成された表面層とからなり、前記下地層の材料がアルミニウム、アルミニウムを含有する金属、亜鉛及び亜鉛を含有する金属からなる群から選ばれる１つであるのが好ましい。また、この場合には、表面層の材料が銅又は銅を含有する金属であるのが好ましい。

【００１１】また、前記本発明のバンプ形成体の構成においては、バンプが、電極の上に形成された下地層と、前記下地層の上に形成された中間層と、前記中間層の上に形成された表面層とからなり、前記下地層の材料がアルミニウム、アルミニウムを含有する金属、亜鉛及び亜鉛を含有する金属からなる群から選ばれる１つであるのが好ましい。また、この場合には、中間層の材料が銅又は銅を含有する金属であるのが好ましい。また、この場合には、表面層の材料がハンダであるのが好ましい。

【００１２】また、前記本発明のバンプ形成体の構成においては、電極の上に形成され、かつ開口部を有するレジスト膜がさらに備わり、前記開口部内に、前記レジスト膜の上面から突出した状態で金属溶射厚膜からなるバンプが形成されているのが好ましい。この好ましい例によれば、例えば、バンプが形成された半導体チップと回路基板との接続工程におけるダメージを防止することができる。また、この場合には、レジスト膜の材料が耐熱性樹脂及び難燃性樹脂からなる群から選ばれる１つであるのが好ましい。

【００１３】また、前記本発明のバンプ形成体の構成においては、バンプが、液状物質を吸収可能な空隙を含む

5

導電性材料からなり、少なくとも前記空隙に防湿性物質が充填されているのが好ましい。この好ましい例によれば、バンプの内部における酸化を抑えて、電気抵抗の増加を防止することができる。また、この場合には、防湿性物質がエポキシ系樹脂、シリカ系樹脂、アクリル系樹脂及びフッ素系樹脂からなる群から選ばれる１つであるのが好ましい。また、この場合には、バンプの側面が防湿性物質で被覆されているのが好ましい。この好ましい例によれば、バンプの酸化をさらに抑えて、電気抵抗の増加をさらに防止することができる。従って、高温、高湿環境下で長時間にわたって使用しても、バンプの電気抵抗が増加することはないので、電気的特性の安定した信頼性の高いバンプを実現することができる。この場合にはさらに、防湿性物質がエポキシ系樹脂、シリカ系樹脂、アクリル系樹脂及びフッ素系樹脂からなる群から選ばれる１つであるのが好ましい。

【００１４】また、前記本発明のバンプ形成体の構成においては、バンプが２段突起状に成形されているのが好ましい。この好ましい例によれば、例えば、バンプが形成された半導体チップと回路基板とを導電性樹脂やハンダによって接続する場合に、１段目の突起上に導電性樹脂やハンダを溜めておくことができる。その結果、導電性樹脂やハンダが余分に広がることはないので、高精度な実装を行うことが可能となる。

【００１５】また、本発明に係るバンプの形成方法は、基板に設けられた電極の上に導電性材料の粒子を堆積させてバンプを形成するバンプの形成方法であって、前記導電性材料の粒子を前記電極の上に堆積させる際に、前記導電性材料の粒子が前記電極の表面酸化層の少なくとも一部を除去するか、又は前記導電性材料の粒子が前記電極の表面酸化層を貫通するようにしたことを特徴とする。このバンプの形成方法によれば、基板に設けられた電極とバンプとの接触抵抗を実用上十分小さくすることができる。

【００１６】また、前記本発明のバンプの形成方法においては、導電性材料の粒子を溶射法によって電極の上に堆積させるのが好ましい。また、この場合には、溶射法がプラズマ溶射法であるのが好ましい。この場合にはさらに、少なくとも導電性材料の粒子が衝突する領域が不活性雰囲気又は還元性雰囲気であるのが好ましい。この好ましい例によれば、形成されるバンプが酸化されるのを抑えることができるので、電気抵抗の小さい良質のバンプを得ることができる。

【００１７】また、前記本発明のバンプの形成方法においては、バンプの少なくとも上層の導電性材料として超塑性金属材料を用い、前記超塑性金属材料を堆積した後、基板を前記超塑性金属材料の超塑性温度以上に加熱し、所望の形状を有する凹版型を前記バンプの上から押圧することにより、前記バンプを所望の形状に成形するのが好ましい。この好ましい例によれば、例えば２段突起状のバンプを容易に得ることができる。また、この場合には、超塑性金属材料が亜鉛－アルミニウム共析合金、ビスマス－錫共析合金、マグネシウム－アルミニウム共析合金及び鉛－錫共析合金からなる群から選ばれる１つであるのが好ましい。

6

【００１８】

【発明の実施の形態】以下、実施の形態を用いて本発明をさらに具体的に説明する。

〈第１の実施の形態〉図１は本発明の第１の実施の形態におけるバンプ形成体の３つの例を示す断面図である。図１（ａ）はバンプが単層構造の場合、図１（ｂ）はバンプが２層構造の場合、図１（ｃ）はバンプが３層構造の場合をそれぞれ示している。以下、それぞれの場合について説明する。

【００１９】図１（ａ）に示すように、半導体チップ１の表面には、その周縁部に電源、グランド、信号の入出力端子等として用いられるパッド電極２が形成されている。尚、最近では、半導体チップの入出力端子の増加に伴い、パッド電極の密度を増大させるために、チップ表面に２次元アレイ状にパッド電極を配置したＬＳＩも開発されている。一般に、パッド電極２としては、電子ビーム蒸着法やスパッタ法によって形成されたアルミニウム薄膜が用いられる。半導体チップ１の表面には、パッド電極２の周縁部を被覆した状態でパッシベーション膜３が形成されている。各パッド電極２の上には、パッシベーション膜３の周縁部をも覆った状態で突起状の接続電極であるバンプ４が形成されている。ここで、バンプ４は、膜厚約５０μｍの単層の銅溶射厚膜からなっている。

【００２０】図１（ｂ）に示すように、各パッド電極２の上には、パッシベーション膜３の周縁部をも覆った状態で膜厚約２０μｍのアルミニウム溶射厚膜からなる下地層５ａが形成されている。この場合、下地層５ａの材料はアルミニウムに限定されるものではなく、この他に、例えば、アルミニウムを６０重量%以上含有する金属、亜鉛、亜鉛を６０重量%以上含有する金属を用いることもできる。これらの金属は電気抵抗が小さく、また、下地層５ａの材料としてこれらの金属を用いれば、下地層５ａをパッド電極（アルミニウム薄膜）２に強固に付着させることができる。また、これらの金属は、金属材料の中でも低融点であるため、溶射時において半導体チップ１のダメージを極力低減することができ、バンプを形成する上で好適な材料である。下地層５ａの上には、膜厚約３０μｍの銅溶射厚膜からなる表面層５ｂが形成されている。これにより、２層構造のバンプ６が構成されている。他の構成は図１（ａ）の場合と同様であるため、他の構成についての説明は省略する。

【００２１】図１（ｃ）に示すように、各パッド電極２の上には、パッシベーション膜３の周縁部をも覆った状態で膜厚約２０μｍのアルミニウム溶射厚膜からなる下

地層７ａが形成されている。また、下地層７ａの上には、膜厚約３０μｍの銅溶射厚膜からなる中間層７ｂが形成されている。この場合、中間層７ｂの材料は銅に限定されるものではなく、この他に、例えば、銅を６０重量%以上含有する金属、亜鉛、亜鉛を６０重量%以上含有する金属を用いることもできる。これらの金属は、電気抵抗が小さく、かつハンダの濡れ性も良好である。また、下地層７ａの材料はアルミニウムに限定されるものではなく、この他に、例えば、アルミニウムを６０重量%以上含有する金属、亜鉛、亜鉛を６０重量%以上含有する金属を用いることもできる。これらの金属は、延性が大きいため、この上に中間層７ｂを形成する際のクッション材としても効果を発揮する。中間層７ｂの上には、厚さ約６０μｍのハンダからなる表面層７ｃが形成されている。これにより、３層構造のバンプ８が構成されている。下地層７ａと中間層７ｂとハンダ表面層７ｃの３層構造のバンプ８は、上記２層構造のバンプ（図１（ｂ））を形成した後に、半導体チップ１をハンダリフロー炉に通すことにより、表面にハンダを形成して作製することができる。また、ハンダ表面層７ｃは、ハンダペーストを印刷することによって形成することもできる。他の構成は図１（ａ）の場合と同様であるため、他の構成についての説明は省略する。

【００２２】次に、図１（ｂ）に示す２層構造のバンプを形成する方法について、図２を参照しながら説明する。まず、図２（ａ）に示すように、半導体チップ１の表面の周縁部に、電子ビーム蒸着法又はスパッタリング法によって膜厚約１μｍのアルミニウム薄膜を形成して、パッド電極２を作製した。次いで、半導体チップ１の表面に、パッド電極２の周縁部を被覆するようにスパッタリング法によって窒化シリコンを堆積させて、膜厚約１μｍのパッシベーション膜３を形成した。次いで、以上のようにしてウエハプロセスが終了した後の半導体チップ１の全表面に、感光性レジスト材料のドライフィルムを貼り付けて、膜厚約５０μｍの感光性レジスト膜１０を形成した。

【００２３】次に、図２（ｂ）に示すように、パッドパターン部が露出するように、感光性レジスト膜１０に対し露光、現像を行うことにより、パッド電極２の上に、パッドサイズ（パッシベーション膜３によって被覆されていないパッド電極２のサイズ：径＝約１００μｍ）よりも若干大きめの口径を有する開口部１１を形成した。

【００２４】次に、図２（ｃ）に示すように、半導体チップ１の全表面に、プラズマ溶射装置を用いてアルミニウムを溶射することにより、開口部１１内のパッド電極２の上に膜厚約２０μｍのアルミニウム溶射厚膜からなる下地層５ａを形成した。一般的に、溶射法を用いれば、比較的純度の高い厚膜を高速で大面積に形成することができる。このため、数１０μｍ以上の高さを必要とするバンプを形成する上で、溶射法は生産性の面から優れた方法である。また、溶射法によって膜を形成する場合、感光性レジスト膜１０のような弾性を有するプラスチック系材料の表面には膜が形成されにくいため、主として開口部１１のパッド電極２の上に選択的にアルミニウムを堆積させることができる。

【００２５】次に、図２（ｄ）に示すように、半導体チップ１上の感光性レジスト膜１０をそのままにした状態で、半導体チップ１の全表面に、プラズマ溶射装置を用いて銅を溶射することにより、開口部１１内の下地層５ａの上に膜厚約５０μｍの銅溶射厚膜１２を形成した。

【００２６】次に、図２（ｅ）に示すように、平板（図示せず）を半導体チップ１の上方から押し当てて加圧することにより、銅溶射厚膜１２（図２（ｄ））の上端を平坦にして、表面層５ｂを形成した。これにより、下地層５ａと表面層５ｂとの２層構造からなるバンプ６が得られた。尚、銅溶射厚膜１２の上端を平坦にする方法としては、加圧以外に、例えば、研削、研磨などがある。

【００２７】最後に、図２（ｆ）に示すように、剥離液などを用いて感光性レジスト膜１０を除去した。以上の工程により、図１（ｂ）に示す２層構造のバンプを有するバンプ形成体が得られた。

【００２８】尚、本実施の形態においては、ウエハプロセスが終了した後の半導体チップ１の全表面に、感光性レジスト材料のドライフィルムを貼り付けることによって感光性レジスト膜１０を形成するようにしているが、必ずしもこの方法に限定されるものではない。例えば、予め感光性レジスト材料を半導体チップ１の全表面に塗布するようにしてもよい。

【００２９】〈第２の実施の形態〉図３は本発明の第２の実施の形態におけるバンプ形成体を示す断面図である。図３に示すように、半導体チップ１３の表面には、その周縁部に電源、グランド、信号の入出力端子として用いられるアルミニウム薄膜からなるパッド電極１４が形成されている。また、半導体チップ１３の表面には、パッド電極１４の周縁部を被覆した状態でパッシベーション膜１５が形成されている。パッシベーション膜１５の上には、その周縁部を除いた部分にレジスト膜１６が形成されている。この場合、レジスト膜１６としては感光性ポリイミド膜が用いられ、このレジスト膜１６は剥離、除去されることなく半永久的に使用される。レジスト膜１６は、以降の工程である半導体チップ１３と基板との接続工程におけるダメージを防止するための保護膜として用いられる。従って、耐湿性、耐熱性を有する樹脂系材料であれば、ポリイミド以外に、例えば、ＰＴＦＥ、ＰＥ又はポリピロメリットイミドなどを使用することもできる。パッド電極１４の上には、パッシベーション膜１５の周縁部をも覆った状態で膜厚約２０μｍのアルミニウム溶射厚膜からなる下地層１７が形成されており、下地層１７の上には膜厚約３０μｍの銅溶射厚膜からなるバンプ１８が形成されている。この場合、バンプ

１８をレジスト膜１６の表面から突出させる必要がある。溶射法によって膜を形成する場合、レジスト膜１６のような弾性を有するプラスチック系材料の表面には膜が形成されにくいため、主として下地層１７の上に選択的に銅溶射厚膜を堆積させることができる。従って、溶射法を用いれば、レジスト膜１６の表面から突出した状態のバンプ１８を形成することができる。

【００３０】以下に、本発明のバンプの形成方法について、図３を適宜参照しながら説明する。本発明のバンプの形成方法は、バンプと基板の電極との接合部分において、バンプの形成と同時に電極表面の酸化層の少なくとも一部を除去するか、又はバンプを電極表面の酸化層の一部を貫通させることを特徴としている。具体的には、本発明は、バンプを構成する金属厚膜とパッド電極との接合層を溶射法によって形成することを特徴としている。この場合、特にプラズマ溶射法を用いるのが好ましい。さらには、少なくとも溶射粒子を堆積させる領域が不活性雰囲気又は還元性雰囲気にあるのが好ましい。

【００３１】図４は本発明のバンプの形成方法に用いられるプラズマ溶射装置を示す概略構成図である。図４おいて、１９はプラズマ溶射トーチである。トーチ１９の先端部分には円筒状のシールドノズル２０が設けられている。これにより、半導体チップ１３上の溶射粒子２２を衝突させるべき領域２３が酸化雰囲気となることを抑制することができる。このため、形成されるバンプはほとんど酸化されることがないので、電気抵抗の小さい良質のバンプを得ることができる。シールドノズル２０の上部側壁にはガスポート２１が設けられている。これにより、溶射時に、アルゴンなどの不活性ガスや水素などの還元性ガスをシールドノズル２０の内部に供給して、溶射粒子２２を衝突させるべき領域２３を不活性雰囲気又は還元性雰囲気に維持することもできる。このため、電気抵抗のさらに小さい良質のバンプを得ることができる。尚、半導体チップ１３の全面にわたって溶射厚膜を形成するためには、トーチ１９又は半導体チップ１３のいずれか一方を溶射と同時に水平方向に移動させればよい。

【００３２】また、溶射法によって図３に示すバンプ１８を形成すれば、図４に示す溶射粒子２２が半導体チップ１３のパッド電極（アルミニウム薄膜）１４上の下地層（アルミニウム溶射厚膜）１７の表面酸化層を突き破って堆積するため、パッド電極１４とバンプ１８との接触抵抗をパッド当たり数ｍΩとすることができる。その結果、バンプ１８の抵抗を、実用化に十分なほど小さくすることができる。これは、不活性雰囲気又は還元性雰囲気で、粒径数μｍから数１０μｍの溶射粒子２２が粒子材料の融点近傍、すなわち数１００℃の温度で、かつ数１０ｍ／ｓｅｃないし数１００ｍ／ｓｅｃの速度でパッド電極１４に衝突するため、下地層１７の表面酸化層の一部が除去されるか、又は溶射粒子２２が下地層１７を貫通してパッド電極１４上に堆積されることに起因すると考えられる。

【００３３】また、溶射法によって形成されるバンプは、印刷法によって形成されるバンプのように有機バインダ成分を含まず、高純度であるため、バンプ自体の電気抵抗も小さく、また、実装後にバンプからガスが発生することも殆どなく、信頼性の高いものである。

【００３４】さらに、本発明は、溶射膜の構造及び形状の特徴にも着眼してなされている。膜の材料や形成条件などにもよるが、溶射厚膜には、一般に、気孔又は間隙が内在する。このような膜はバルクに比べて応力を吸収し易いため、回路基板と溶射厚膜からなるバンプを形成した半導体チップとの熱膨張の差に起因してバンプに作用する応力を低減することができる。その結果、半導体チップと回路基板との接続の信頼性を向上させることができる。

【００３５】このように溶射厚膜には気孔又は間隙が内在するので、溶射厚膜によってバンプを形成した場合には、例えばハンダ、導電性ペーストなどの接続材料が気孔又は間隙を通ってバンプの内部にしみ込み易くなる。その結果、バンプと接続材料との接触面積が増加するので、接続抵抗を小さくすることができる。

【００３６】〈第３の実施の形態〉図５は本発明の第３の実施の形態におけるバンプ形成体を示す断面図である。図５に示すように、半導体チップ２４の表面には、その周縁部に電源、グランド、信号の入出力端子等として用いられるパッド電極２５が形成されている。また、半導体チップ２４の表面には、パッド電極２５の周縁部を被覆した状態でパッシベーション膜２６が形成されている。各パッド電極２５の上には、パッシベーション膜２６の周縁部をも覆った状態で膜厚約２０μｍのアルミニウムのプラズマ溶射膜からなる下地層２７ａが形成されており、下地層２７ａの上には膜厚約３０μｍの銅のプラズマ溶射膜からなる表面層２７ｂが形成されている。これにより、２層構造のバンプ２８が構成されている。上記第２の実施の形態においても述べたように、膜の材料や形成条件などにもよるが、溶射膜には、他のプロセスによって形成された膜に比べて気孔又は間隙が内在する。本実施の形態のバンプ２８においては、アルミニウムのプラズマ溶射膜（下地層２７ａ）及び銅のプラズマ溶射膜（表面層２７ｂ）に内在する気孔又は間隙２９にエポキシ系樹脂が含浸されている。また、バンプ２８の側面には、エポキシ系樹脂からなるコーティング層３０が形成されている。尚、アルミニウムのプラズマ溶射膜からなる下地層２７ａ及び銅のプラズマ溶射膜からなる表面層２７ｂは、上記第１の実施の形態に示す方法（図２）によって形成される。

【００３７】エポキシ系樹脂は、図６（ａ）に示すように、アルミニウムのプラズマ溶射膜からなる下地層２７ａと銅のプラズマ溶射膜からなる表面層２７ｂを形成し

た後に、スプレーコーティングによって気孔又は間隙２９に容易に含浸させることができる。すなわち、溶射バンプが形成された半導体チップ２４の上に、粘度の比較的低いエポキシ系樹脂３１がスプレーノズル３２から噴射される。この場合、半導体チップ２４は水平面内で回転されるか又は２次元的に移送され、エポキシ系樹脂３１がバンプ２８を含む半導体チップ２４の上に均一にコーティングされる（図６（ｂ））と共に、溶射バンプ２８に内在する気孔又は間隙にエポキシ系樹脂３１が含浸される。尚、エポキシ系樹脂３１を気孔又は間隙２９に含浸させる方法として、スピンコーティング等を用いることもできる。

【００３８】次いで、半導体チップ２４を約１００℃に加熱することにより、エポキシ系樹脂３１を乾燥させて硬化させる。しかし、このままでは、バンプ２８の上面にもエポキシ系樹脂３１がコーティングされた状態となる。この状態では、回路基板と半導体チップ２４との電気的接続を得ることができないので、図６（ｃ）に示すように、例えば研磨等の手段によってバンプ２８の上面を数μｍ程度除去し、バンプ２８の上面の金属面を露出させる。尚、この研磨によって各バンプ２８の高さ精度も確保される。

【００３９】金属は、特に高温、高湿環境下において酸化され易いため、金属材料からなるバンプでは、長時間にわたって使用した場合に、その電気抵抗が増加する可能性がある。また、溶射膜には気孔又は間隙が内在するため、金属溶射厚膜からなるバンプでも、バンプの内部で酸化が徐々に進行して、電気抵抗が増加することもあり得る。しかし、本実施の形態においては、バンプ２８を構成するアルミニウムのプラズマ溶射膜（下地層２７ａ）及び銅のプラズマ溶射膜（表面層２７ｂ）に内在する気孔又は間隙２９にエポキシ系樹脂が含浸されているので、バンプ２８の内部における酸化を抑えて、電気抵抗の増加を防止することができる。また、バンプ２８の側面にもエポキシ系樹脂からなるコーティング層３０が形成されているので、バンプ２８の酸化をさらに抑えて、電気抵抗の増加をさらに防止することができる。その結果、高温、高湿環境下で長時間にわたって使用しても、バンプ２８の電気抵抗が増加することはないので、電気的特性の安定した信頼性の高いバンプ２８を実現することができる。

【００４０】また、バンプ２８を含む半導体チップ２４の上に樹脂をコーティングすることにより、樹脂がバンプ２８とパッド電極２５との界面に到達するので、バンプ２８とパッド電極２５との接着力が強化される。その結果、バンプ２８を形成した後の操作性（ハンドリング）の向上、及び基板に実装した後の実使用状態における信頼性の向上を図ることができる。尚、樹脂は弾性に富むため、バンプ２８を含む半導体チップ２４の上に樹脂をコーティングすることは、上記第２の実施の形態で述べた『溶射厚膜の有する、バンプと回路基板との熱応力を低減できる効果』を阻害するものではない。

【００４１】尚、本実施の形態においては、バンプ２８を含む半導体チップ２４の上にコーティングする樹脂としてエポキシ系樹脂を用いているが、必ずしもこれに限定されるものではない。耐湿性、耐熱性の条件を満たせば、例えば、シリカ系樹脂、アクリル系樹脂、フッ素系樹脂を用いることもできる。

【００４２】〈第４の実施の形態〉図７は本発明の第４の実施の形態におけるバンプ形成体を示す断面図である。図７に示すように、半導体チップ３３の表面には、その周縁部に電源、グランド、信号の入出力端子などとして用いられるパッド電極３４が形成されている。また、半導体チップ３３の表面には、パッド電極３４の周縁部を被覆した状態でパッシベーション膜３５が形成されている。各パッド電極３４の上には、パッシベーション膜３５の周縁部をも覆った状態で膜厚約２０μｍのアルミニウムのプラズマ溶射膜からなる下地層３６ａが形成されており、下地層３６ａの上には膜厚約３０μｍの超塑性金属材料のプラズマ溶射厚膜からなる表面層３６ｂが形成されている。これにより、２層構造のバンプ３７が構成されている。ここで、表面層３６ｂは２段突起状に成形されている。このような２段突起状のバンプ３７を用いれば、導電性樹脂やハンダによって半導体チップ３３と回路基板とを接続する場合に、１段目の突起上に導電性樹脂やハンダを溜めておくことができる。その結果、導電性樹脂やハンダが余分に広がることはないので、高精度な実装を行うことが可能となる。超塑性金属材料としては、超塑性の大きさ、及び超塑性温度を考慮して、アルミニウムを２２重量%含有する亜鉛ーアルミニウム共析合金を用いた。この亜鉛ーアルミニウム共析合金の超塑性温度は約２５０℃であり、半導体チップ３３上で表面層３６ｂの成形処理を行うためには好適である。

【００４３】図８に、この場合のバンプの形成工程を示す。まず、図８（ａ）に示すように、半導体チップ３３の表面の周縁部に、電子ビーム蒸着法又はスパッタ法によって膜厚約１μｍのアルミニウム薄膜を形成して、パッド電極３４を作製した。次いで、半導体チップ３３の表面に、パッド電極３４の周縁部を被覆するようにスパッタリング法によって窒化シリコンを堆積させて、膜厚約１μｍのパッシベーション膜３を形成した。次いで、以上のようにしてウエハプロセスが終了した後の半導体チップ３３の全表面に、感光性レジスト材料のドライフィルムを貼り付けることにより、膜厚約５０μｍの感光性レジスト膜３８を形成した。

【００４４】次に、図８（ｂ）に示すように、パッドパターン部が露出するように、感光性レジスト膜３８に対し露光、現像を行うことにより、パッド電極３４の上に、パッドサイズ（パッシベーション膜３５によって被

13

覆されていないパッド電極３４のサイズ：径＝約１００μｍ）よりも若干大きめの口径を有する開口部３９を形成した。

【００４５】次に、図８（ｃ）に示すように、半導体チップ３３の全表面に、プラズマ溶射装置を用いてアルミニウムを溶射することにより、開口部３９内のパッド電極３４の上に膜厚約２０μｍのアルミニウム溶射厚膜からなる下地層３６ａを形成した。溶射法によって膜を形成する場合、感光性レジスト膜３８のような弾性を有するプラスチック系材料の表面には膜が形成されにくいため、主として開口部３９内のパッド電極２上に選択的にアルミニウムを堆積させることができる。

【００４６】次に、図８（ｄ）に示すように、半導体チップ３３の全表面に、同じくプラズマ溶射装置を用いて亜鉛ーアルミニウム共析合金を溶射することにより、開口部３９内の下地層３６ａの上に膜厚約５０μｍの亜鉛ーアルミニウム共析合金の溶射厚膜からなる表面層３６ｂを形成した。この場合にも、図８（ｃ）の場合と同様に、主として開口部３９内の下地層３６ａの上に選択的に亜鉛ーアルミニウム共析合金を堆積させることができる。以上の工程により、２層構造のバンプ３７が得られた。

【００４７】次に、図８（ｅ）に示すように、剥離液などを用いて感光性レジスト膜３８を除去した。次に、図８（ｆ）に示すように、半導体チップ３３を亜鉛ーアルミニウム共析合金の超塑性温度である２５０℃に保持した状態で、段差を持たせて彫り込まれた凹版型（図示せず）をパッド位置に合わせて所定の圧力で表面層３６ｂの上面から押し当てる。超塑性材料の特徴より、超塑性厚膜（表面層３６ｂ）が前記凹版型によって容易に塑性変形するので、表面層３６ｂを容易に２段突起状に成形することができる。以上の工程により、図７に示す２層構造のバンプ３７を有するバンプ形成体が得られた。

【００４８】尚、本実施の形態においては、超塑性金属材料として亜鉛ーアルミニウム共析合金を用いているが、必ずしもこれに限定されるものではなく、例えば、ビスマスー錫共析合金、マグネシウムーアルミニウム共析合金、鉛ー錫共析合金などを用いることもできる。

【００４９】また、本実施の形態においては、超塑性金属材料をプラズマ溶射法によって溶射することにより、溶射厚膜からなる表面層３６ｂを形成しているが、表面層３６ｂの形成方法としては必ずしもこの方法に限定されるものではない。例えば、次のようにして表面層３６ｂを形成することもできる。まず、超塑性金属材料の原料粉末をバインダと共に混練して、ペースト状にする。次いで、これを下地層３６ａの上に印刷した後、焼成する。

【００５０】また、上記第１～第４の実施の形態においては、バンプを半導体チップ上のパッド電極上に形成する場合を例に挙げて説明したが、必ずしもこの場合に限

14

定されるものではない。例えば、半導体ウエハ、回路基板、チップサイズパッケージ（ＣＳＰ）用のキャリア基板などの電極上にバンプを形成する場合にも、本発明を適用することができる。また、センサ、抵抗、コンデンサ、インダクタなどの各種電子部品の電極上にバンプを形成する場合にも、本発明を適用することができる。

【００５１】

【発明の効果】以上説明したように、本発明のバンプ形成体の構成によれば、次のような作用効果を奏することができる。すなわち、金属溶射厚膜からなるバンプは、印刷法によって形成されるバンプのように有機バインダ成分を含まず、高純度であるため、バンプ自体の電気抵抗も小さく、また、実装後にバンプからガスが発生することも殆どなく、信頼性の高いものとなる。また、金属溶射厚膜には気孔又は間隙が内在するため、バルクに比べて応力を吸収し易い。従って、例えば、バンプが形成された半導体チップと回路基板との熱膨張の差に起因してバンプに作用する応力を低減することができ、接続の信頼性を向上させることができる。また、このように金属溶射厚膜には気孔又は間隙が内在するため、例えばハンダ、導電性ペーストなどの接続材料が気孔又は間隙を通ってバンプの内部にしみ込み易くなる。その結果、バンプと接続材料との接触面積が増加するので、接触抵抗を小さくすることができる。また、金属溶射厚膜からなるバンプは、ボールボンディング法によって形成されるバンプと違って層間絶縁層、アクティブ層、多層配線などを破壊する虞れはないので、電極の下に前記各層を配置することが可能となる。その結果、高集積化が図ることができる。

【００５２】また、本発明のバンプの形成方法によれば、基板に設けられた電極の表面酸化層を溶射粒子のエネルギーによって除去又は破壊することができるので、電極とバンプとの接触抵抗を実用上十分小さくすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図１】本発明の第１の実施の形態におけるバンプ形成体の３つの例を示す断面図である。

【図２】本発明の第１の実施の形態におけるバンプの形成方法を示す工程断面図である。

【図３】本発明の第２の実施の形態におけるバンプ形成体を示す断面図である。

【図４】本発明の第２の実施の形態におけるバンプの形成方法に用いられるプラズマ溶射装置を示す概略構成図である。

【図５】本発明の第３の実施の形態におけるバンプ形成体を示す断面図である。

【図６】本発明の第３の実施の形態のバンプの形成方法におけるスプレーコーティングの工程を示す断面図である。

【図７】本発明の第４の実施の形態におけるバンプ形成

体を示す断面図である。

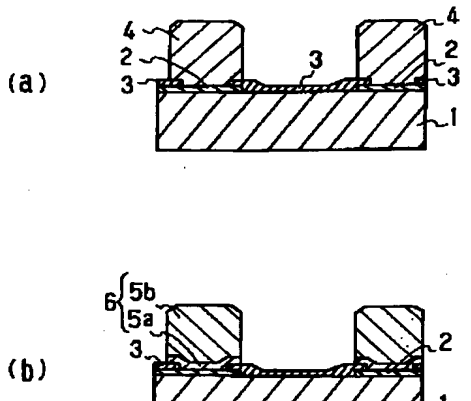
【図８】本発明の第４の実施の形態におけるバンプの形成方法を示す工程断面図である。

【符号の説明】

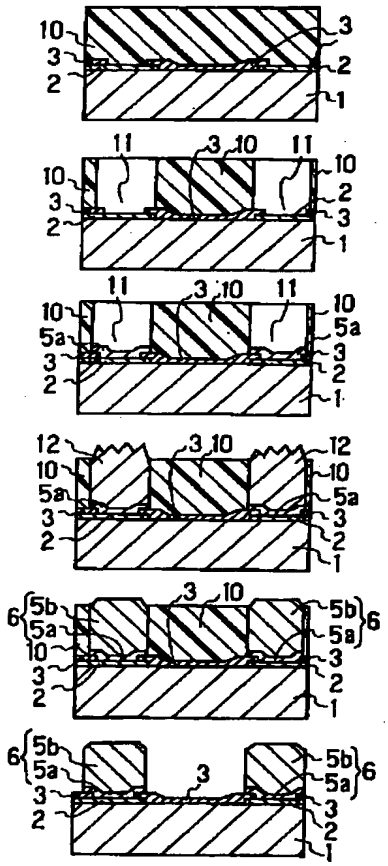
１、１３、２４、３３　半導体チップ
２、１４、２５、３４　パッド電極
３、１５、２６、３５　パッシベーション膜
４、６、８、１８、２８、３７　バンプ
５ａ、７ａ、１７、２７ａ、３６ａ　下地層
５ｂ、２７ｂ、３６ｂ　表面層
７ｂ　中間層
７ｃ　表面層
１０、３８　感光性レジスト膜

１１、３９　開口部
１２　銅溶射厚膜
１６　レジスト膜
１９　プラズマ溶射トーチ
２０　シールドノズル
２１　ガスポート
２２　溶射粒子
２３　溶射粒子を衝突させるべき領域
２９　気孔又は間隙
３０　コーティング層
３１　エポキシ系樹脂
３２　スプレーノズル

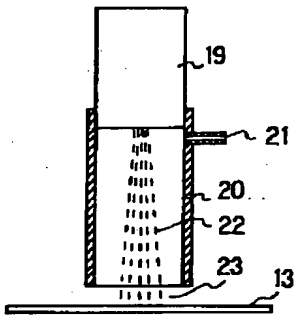
【図１】



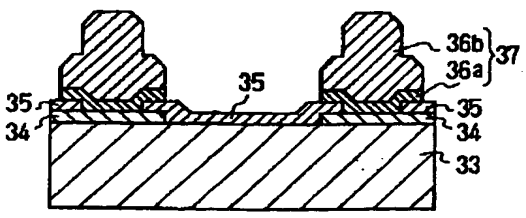
【図２】



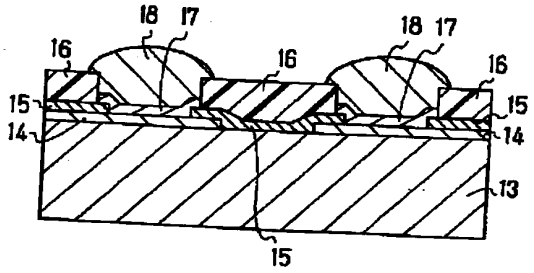
【図４】



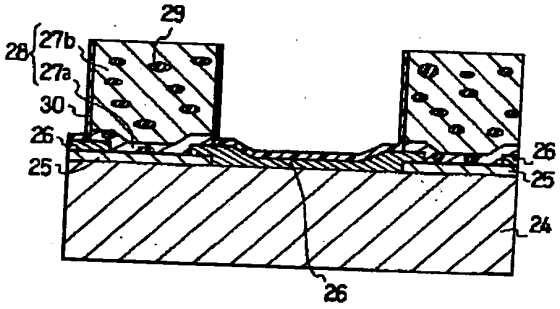
【図７】



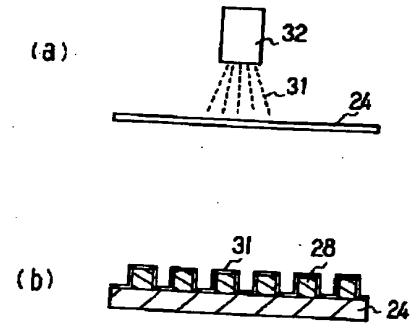
【図3】


18
17
16
15
14
13

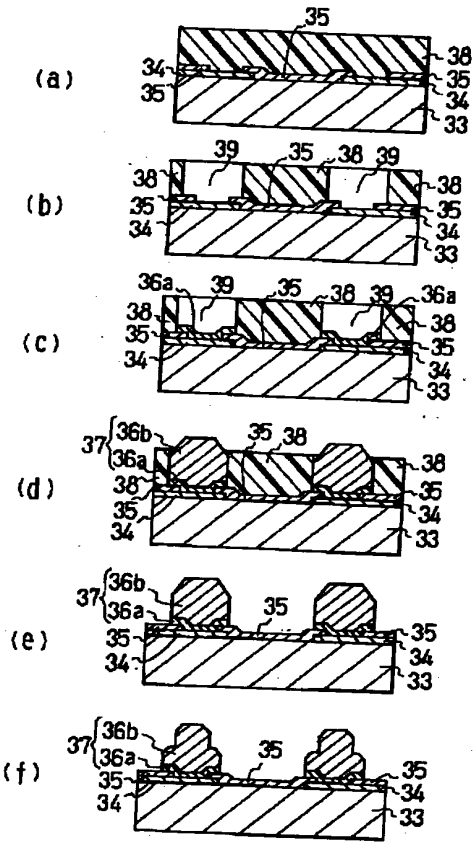
【図5】


29
28
27b
27a
30
26
25
24

【図6】


(a)
32
31
24
(b)
31
28
24
(c)
28
30
24

【図8】


(a)
35
34
38
33
(b)
39
(c)
36a
(d)
37
36b
(e)
(f)